

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-182105

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F 1 | 技術表示箇所 |
|---------------------------|---------|--------|-----|--------|
| B 6 0 L 3/04 | B | | | |
| 9/18 | A | | | |
| H 0 2 P 7/63 | 3 0 3 V | | | |

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-317831

(22) 出願日 平成6年(1994)12月21日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 青山 育也

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝

府中工場内

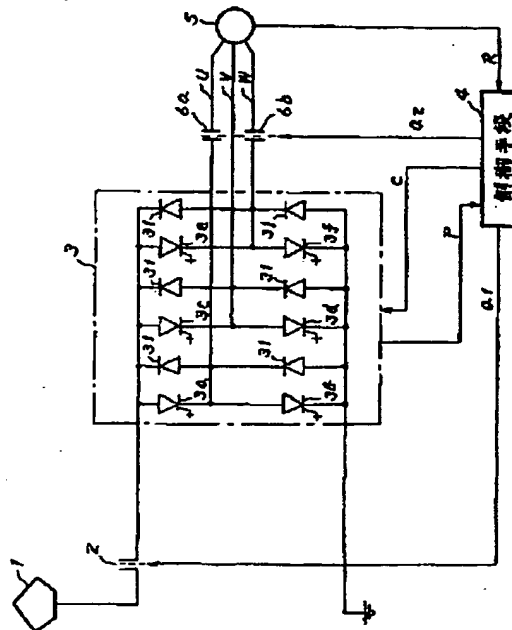
(74) 代理人 弁理士 則近 憲佑

(54) 【発明の名称】 電気車制御装置

(57) 【要約】

【目的】 インバータの故障時の保護協調、及び冗長性の向上が可能な電気車制御装置を提供することを目的とする。

【構成】 直流電力を3相交流電力に変換するインバータ3と、このインバータ3の3相交流出力端子に3相出力線U、V、Wを介して接続される永久磁石同期電動機5と、インバータ3と永久磁石同期電動機5との間の3相出力線U、Wを開放する接触器6a、6bと、通常時には接触器6a、6bを閉成させ、インバータ3の故障を検出した際に接触器6a、6bを開放する制御手段4とを有してなる。



Best Available Copy

(2)

特開平8-182105

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流電力を3相交流電力に変換するインバータと、

このインバータの3相交流出力端子に3相出力線を介して接続される永久磁石同期電動機と、
前記インバータと前記永久磁石同期電動機との間の前記3相出力線を開放する開放手段とを有する電気車制御装置。

【請求項2】 直流電力を3相交流電力に変換するインバータと、

このインバータの3相交流出力端子に3相出力線を介して接続される永久磁石同期電動機と、
前記インバータと前記永久磁石同期電動機との間の前記3相出力線を開放する開放手段と、
通常時に前記開放手段を閉成させ、前記インバータの故障を検出した際に前記開放手段を開放する制御手段とを有する電気車制御装置。

【請求項3】 請求項1又は請求項2に記載の電気車制御装置において、前記開放手段を前記3相出力線のうち少なくとも2相の出力線に備えることを特徴とする電気車制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電気車駆動用の永久磁石同期電動機を制御する電気車制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】可変電圧可変周波数インバータ（以下、インバータという。）により制御される交流電動機駆動の電気車を円滑に走行させるためには、万一、インバータが故障しても、故障部位を速やかに開放し、電気車を運転継続可能なように電気車制御装置を構成しなければならない。

【0003】一方、電気車の駆動用電動機としては3相誘導電動機が代表的であるが、近年、インバータから3相交流電力を供給し、永久磁石同期電動機（以下、PMモータという。）で駆動する電気車の開発がなされている。PMモータは永久磁石を電動機の回転子表面に貼り付けた表面磁石構造と、回転子内部に埋め込んだ埋込磁石構造の大きく2種類に大別でき、保守性、制御性、耐環境性に優れ、高効率、高力率運転が可能であるため、電気車駆動用電動機として望ましい特性、特徴を有している。

【0004】図2は、1台のインバータにより1台のPMモータを制御する電気車制御装置の構成図である。架線（図示せず）からパンタグラフ1を介して集電された直流電力は、電流の入切を行う断流器2を通り、インバータ3により可変電圧・可変周波数の交流電力に変換されてPMモータ5へ供給される。制御手段4はインバータ3に取り付けられているセンサ等（図示せず）からの情報Pと、PMモータ5の回転数、回転角度等の情報R

を入力する。そしてインバータ周波数、さらにモータ電圧を演算して制御信号Cとして出力する。この制御信号Cに基づいてインバータ3は制御される。インバータ3は自己消弧型半導体素子3a～3fより構成されている。ここでいう自己消弧型半導体素子とは、例えばGTOサイリスタやIGBTなどであり、制御手段4からの制御信号Cにより任意のタイミングにおいて導通、非導通状態に制御することが可能な半導体素子である。これら自己消弧型半導体素子3a～3fにはそれぞれ逆並列にダイオード31が接続されている。

【0005】図3は図2に示した従来の電気車制御装置において、インバータ3を構成する自己消弧型半導体素子（以下、半導体素子という。）3a～3fのうちの3aが故障し、常時導通状態になった場合の動作を示す図である。

【0006】半導体素子3aが導通故障すると、インバータ3はPMモータ5へ3相交流電力を供給できなくなるため、断流器2を開放状態にしてインバータ3の動作を停止させる。この場合、電気車は他の健全な電気車制御装置から他のPMモータに3相交流電力を供給することにより運転継続されることが一般的である。しかしながら、電気車が運転を継続するとインバータ3に接続されているPMモータ5の回転子が回転することになる。PMモータ5は永久磁石で構成されているため、インバータ3からの電力供給がない状態でも電動機内部に磁束が発生し、発電機動作をする。この時、半導体素子3a～3fが全て健全な状態の場合は、PMモータ5から電流が流れ続けることはないが、半導体素子3aが導通故障していると、図中の矢印の経路によりPMモータ5の相間を短絡電流が流れる。よって、この状態で電気車を運転継続するとPMモータ5が短絡電流による過電流、過熱により焼損に至るという問題が生じてしまう。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述したように従来の電気車制御装置では、万一インバータを構成する半導体素子が導通故障して故障したインバータに対する架線側からの電力供給を断流器などにより遮断しても、他の健全な電気車制御装置により電気車は運転が継続されるため、PMモータにインバータを介して短絡電流が流れ、焼損に至るという問題点があった。このため電気車自体の運転を継続することができなくなり、営業運転を阻害するという問題が生じてしまった。

【0008】そこで本発明は上述した問題点を解決するためになされたもので、インバータの故障時の保護協調、及び冗長性の向上が可能な電気車制御装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成するために、請求項1に記載の発明は、直流電力を3相交流電力に変換するインバータと、このインバータの3相交

50

(3)

特開平8-182105

3

4

流出力端子に3相出力線を介して接続される永久磁石同期電動機と、インバータと永久磁石同期電動機との間の3相出力線を開放する開放手段とを有してなる。又請求項2に記載の発明は、直流電力を3相交流電力に変換するインバータと、このインバータの3相交流出力端子に3相出力線を介して接続される永久磁石同期電動機と、インバータと永久磁石同期電動機との間の3相出力線を開放する開放手段と、通常時に開放手段を閉成させ、インバータの故障を検出した際に開放手段を開放する制御手段とを有してなる。又請求項3に記載の発明は、請求項1又は請求項2に記載の電気車制御装置において、開放手段を3相出力線のうち少なくとも2相の出力線に備えてなる。

【0010】

【作用】上述した構成によりインバータが故障した場合や、インバータの運転を停止させた際に、このインバータに接続された永久磁石同期電動機のみを電気的に開放することができるため、電気車の運転を他の電気車制御装置により継続でき、営業運転を阻害することを防止することができる。又3相電流の和は常に零であることから3相出力線のうち少なくとも2相の出力線に開放手段を備えることにより残り1相にも電流が流れることを防ぐことができる。

【0011】

【実施例】本発明の実施例を図面を参照し詳細に説明する。図1は本発明の一実施例を示す電気車制御装置の構成図である。架線（図示せず）からパンタグラフ1を介して集電された直流電力は、電流の入切を行う断流器2を通り、インバータ3により可変電圧・可変周波数の交流電力に変換されてPMモータ5へ供給される。制御手段4はインバータ3に取り付けられているセンサ等（図示せず）からの情報Pと、PMモータ5の回転数、回転角度等の情報Rを入力する。そしてインバータ周波数、さらにモータ電圧を演算して制御信号Cとして出力する。この制御信号Cに基づいてインバータ3は制御される。インバータ3は半導体素子3a～3f、これら半導体素子3a～3fそれぞれに逆並列に接続されたダイオード3gより構成されている。

【0012】又インバータ3の3相交流出力端子には3相出力線U、V、Wを介してPMモータ5が直接接続されるのではなく、3相出力線U、V、Wのうち2相の出力線に、それぞれ接触器6a、6bが接続されている。接触器6a、6bは、通常時は投入されており、制御手段4からの開放指令により開放動作する。

【0013】インバータ3を構成する半導体素子3a～3fのいずれか1つ、もしくは複数の半導体素子が導通故障すると、前述したようにインバータ3からの電力供給がない状態でもPMモータ5が発電機動作をする。一方、半導体素子3a～3fの導通故障をインバータ3に取り付けられたセンサ等からの情報Pにより制御手段4

が検出すると、制御手段4は断流器2に対して開放指令a1、接触器6a、6bに対して開放指令a2を出力する。すると断流器2は開放し、更に接触器6a、6bはインバータ3とPMモータ5間の3相出力線U、Wを開放するため、PMモータ5の相間を短絡電流が流れることを防止することができる。

【0014】尚、本実施例では、インバータ3とPMモータ5間の3相出力線U、Wに接触器6a、6bを備えているが、これは3相電流の和は常に零であることから3相出力線U、V、Wのうちの2相の出力線U、Wを接触器6a、6bにより開放すれば、残り1相の出力線Vにも電流が流れないからである。すなわち、3相出力線U、V、Wのうち少なくとも2相の出力線を開放すればよい。従って、3相出力線U、V、W全てに接触器などの開放手段を設けても、本実施例と同様の結果が得られることは勿論である。

【0015】従って本実施例によれば、インバータ3を構成する半導体素子3a～3fが故障した場合でも、故障したインバータ3により駆動されるPMモータ5のみを電気的に開放することができるため、電気車は他の健全な電気車制御装置により運転を継続させることができる。

【0016】又PMモータ5とインバータ3とを接続する3相出力線U、V、Wを開放する手段として接触器6a、6bを使用しているが、これを半導体素子を用いた無接点式に置き換えたり、過電流ヒューズなどで代用しても同様の効果が期待できる。

【0017】更に1台のPMモータ5を1台のインバータ3にて制御する電気車の場合について説明したが、本発明は個々のPMモータにかかわっているため、例えば複数のPMモータを1台のインバータにて制御する場合は、それぞれのPMモータに対して開放手段を設けることにより同様の効果を得ることができる。

【0018】また、開放手段を開放するのはインバータ3が故障した場合についてのみ説明したが、これに限定することではなく電気車運転中に故意にインバータ3を停止させておく場合、例えば、だ行中の時や、比較的加速、減速力が少なく済む状態で一部の電気車制御装置を停止させておく時などにも適用することにより、不要な電流がインバータ3へ流れ込むことを防止できる。

【0019】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、インバータにより制御されるPMモータ駆動の電気車において、装置異常時の保護協調、及び冗長性の向上が可能な電気車制御装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示す電気車制御装置の構成図である。

【図2】従来の電気車制御装置の構成図である。

【図3】図2の動作を説明する図である。

(4)

特開平8-182105

5

6

【符号の説明】

1…パンタグラフ

2…断流器

3…インバータ

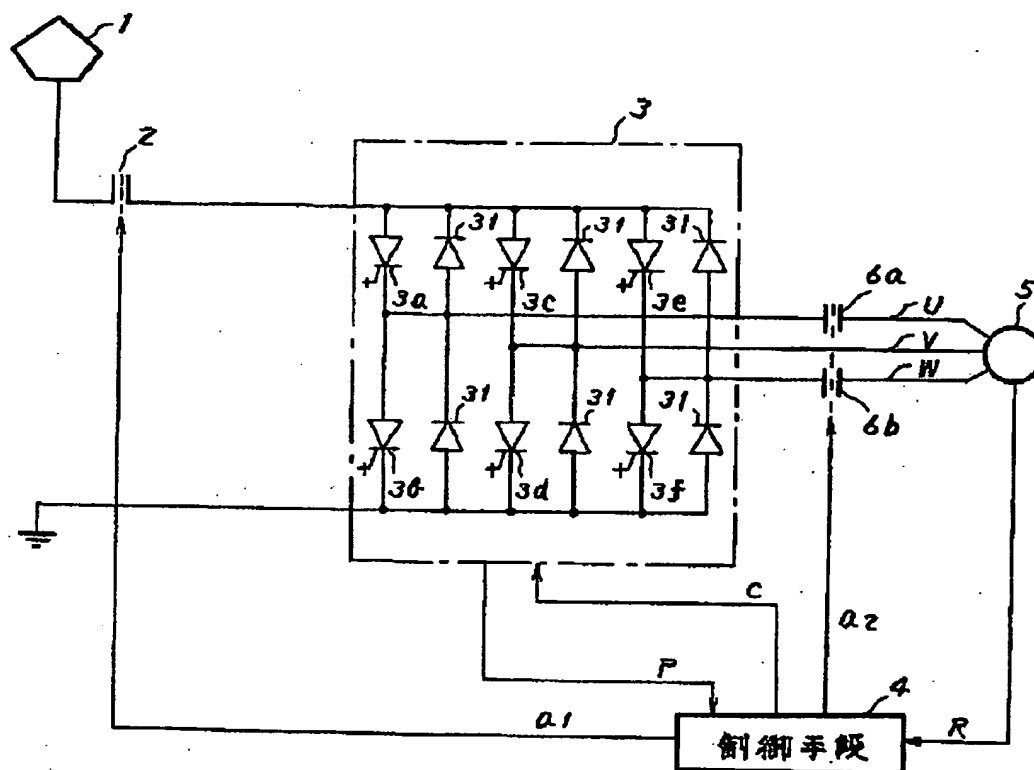
* 4…制御装置

5…PMモータ

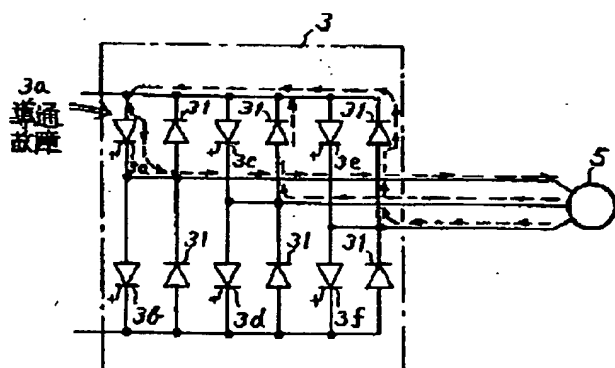
6 a, 6 b…接触器

*

【図1】



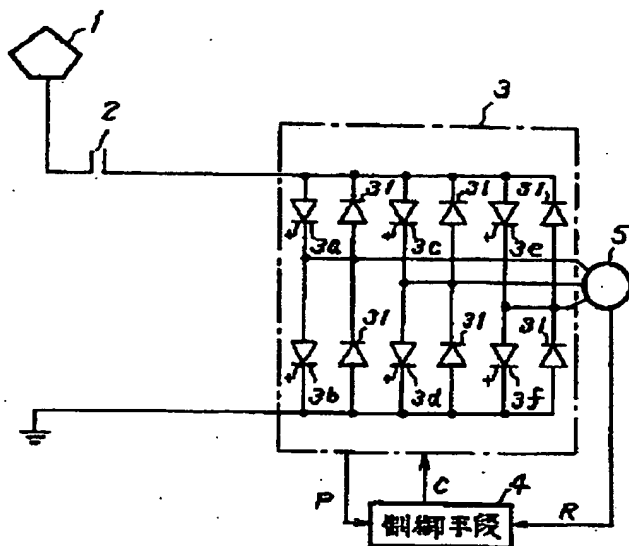
【図3】



(5)

特開平8-182105

【図2】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-182105

(43)Date of publication of application : 12.07.1996

(51)Int.Cl.

B60L 3/04

B60L 9/18

H02P 7/63

(21)Application number : 06-317831

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 21.12.1994

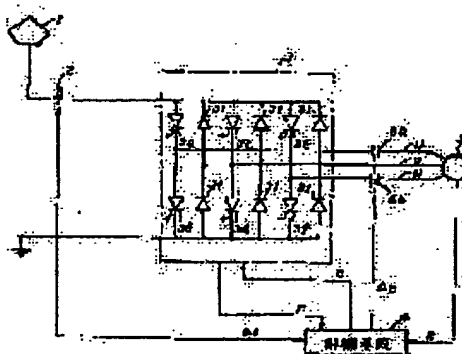
(72)Inventor : AOYAMA IKUYA

(54) CONTROLLER FOR ELECTRIC VEHICLE

(57)Abstract:

PURPOSE: To enhance the protection coordination and the redundancy of an inverter at the time of failure thereof.

CONSTITUTION: The controller for an electric vehicle comprises an inverter 3 for converting DC power into three-phase AC power, a permanent magnet synchronous motor 5 connected through three-phase output lines U, V, W with the three-phase AC output terminals of the inverter 3, contactors 6a, 6b for opening the three-phase output lines U, W between the inverter 3 and the permanent magnet synchronous motor 5, and a control means 4 for normally closing the contactors 6a, 6b and opening the contactors 6a, 6b when detecting a failure in the inverter 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 12.10.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The electric-rolling-stock control unit which has an open means to open said three-phase-circuit output line between the inverter which changes direct current power into three-phase-circuit alternating current power, the permanent magnet synchronous motor connected to the three-phase-circuit alternating current output terminal of this inverter through a three-phase-circuit output line, and said inverter and said permanent magnet synchronous motor.

[Claim 2] The electric-rolling-stock control unit which has an open means to open said three-phase-circuit output line between the inverter which changes direct current power into three-phase-circuit alternating current power, the permanent magnet synchronous motor connected to the three-phase-circuit alternating current output terminal of this inverter through a three-phase-circuit output line, and said inverter and said permanent magnet synchronous motor, and the control means which opens said open means when said open means is made to usually sometimes close and failure of said inverter is detected.

[Claim 3] The electric-rolling-stock control unit characterized by equipping the output line of at least 2 phases with said open means among said three-phase-circuit output lines in an electric-rolling-stock control unit according to claim 1 or 2.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. *** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the electric-rolling-stock control unit which controls the permanent magnet synchronous motor for an electric-rolling-stock drive.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to make it run the electric rolling stock of an AC-motor drive controlled by the adjustable electrical-potential-difference variable frequency inverter (henceforth an inverter) smoothly, even if an inverter should break down, a failure part must be opened wide promptly, and an electric-rolling-stock control unit must be constituted so that continuation of operation of electric rolling stock may be possible.

[0003] On the other hand, although a three-phase-circuit induction motor is typical as a motor for a drive of electric rolling stock, three-phase-circuit alternating current power is supplied from an inverter, and development of the electric rolling stock driven with a permanent magnet synchronous motor (henceforth PM motor) is made in recent years. The surface magnet structure where the permanent magnet was stuck on the rotator front face of a motor, and the embedded magnet structure embedded to the interior of a rotator are large, and PM motor can be divided roughly into two kinds, is excellent in maintainability, a controllability, and a resistance to environment, and since efficient and operations at high power factor are possible, it has the property desirable as a motor for an electric-rolling-stock drive, and the description.

[0004] Drawing 2 is the block diagram of the electric-rolling-stock control unit which controls one set of PM motor by one set of an inverter. the line breaker 2 with which the direct current power collected through the pantograph 1 from stringing (not shown) performs ON OFF of a current — a passage — an inverter 3 — an adjustable electrical potential difference and a variable frequency — it is changed into alternating current power and the PM motor 5 is supplied. A control means 4 inputs the information P from the sensor (not shown) attached in the inverter 3, and the information R, such as a rotational frequency of the PM motor 5, and angle of rotation. And a motor electrical potential difference is calculated to an inverter frequency and a pan, and it outputs to them as a control signal C. An inverter 3 is controlled based on this control signal C. The inverter 3 consists of self-extinction of arc mold semiconductor devices 3a-3f. Self-extinction of arc mold semiconductor devices here are a GTO thyristor, IGBT, etc., and are semiconductor devices which can be controlled by the control signal C from a control means 4 to a flow and non-switch-on in the timing of arbitration. Diode 31 is connected to reverse juxtaposition at these self-extinction of arc mold semiconductor devices 3a-3f, respectively.

[0005] Drawing 3 is drawing showing the actuation at the time of 3a of the self-extinction of arc mold semiconductor devices (henceforth a semiconductor device) 3a-3f which constitute an inverter 3 breaking down, and being always in switch-on in the conventional electric-rolling-stock control device shown in drawing 2.

[0006] If semiconductor device 3a carries out flow failure, since it becomes impossible for an inverter 3 to supply three-phase-circuit alternating current power to the PM motor 5, it will change a line breaker 2 into an open condition, and will stop actuation of an inverter 3. In this

case, as for electric rolling stock, it is common by supplying three-phase-circuit alternating current power to other PM motors from other healthy electric-rolling-stock control units that operation continuation is carried out. However, when electric rolling stock continues operation, the rotator of the PM motor 5 connected to the inverter 3 will rotate. Since the PM motor 5 consists of permanent magnets, also in the condition that there is no electric power supply from an inverter 3, magnetic flux occurs inside a motor and it carries out generator actuation. When semiconductor devices 3a-3f are in a healthy condition altogether at this time, a current does not continue flowing from the PM motor 5, but if semiconductor device 3a is carrying out flow failure, a short-circuit current will flow the interphase of the PM motor 5 according to the path of the arrow head in drawing. Therefore, if operation continuation of the electric rolling stock is carried out in this condition, the problem that the PM motor 5 results in burning by the overcurrent by the short-circuit current and overheating will arise.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, since operation was continued by other healthy electric-rolling-stock control devices even if it should intercept the electric power supply from the stringing side to the inverter with which the semiconductor device which constitutes an inverter carried out flow failure, and broke down with a line breaker etc. in the conventional electric-rolling-stock control device, the short-circuit current flowed through the inverter on PM motor, and electric rolling stock had the trouble of resulting in burning. For this reason, it becomes impossible to have continued operation of the electric rolling stock itself, and the problem of checking operating operation has arisen.

[0008] Then, it was made in order that this invention might solve the trouble mentioned above, and it aims at offering the electric-rolling-stock control unit in which the protection coordination at the time of failure of an inverter and improvement in redundancy are possible.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the purpose mentioned above, invention according to claim 1 comes to have an open means to open the three-phase-circuit output line between the inverter which changes direct current power into three-phase-circuit alternating current power, the permanent magnet synchronous motor connected to the three-phase-circuit alternating current output terminal of this inverter through a three-phase-circuit output line, and an inverter and a permanent magnet synchronous motor. Moreover, invention according to claim 2 comes to have an open means to open the three-phase-circuit output line between the inverter which changes direct current power into three-phase-circuit alternating current power, the permanent magnet synchronous motor connected to the three-phase-circuit alternating current output terminal of this inverter through a three-phase-circuit output line, and an inverter and a permanent magnet synchronous motor, and the control means which opens an open means when an open means is made to usually sometimes close and failure of an inverter is detected. Moreover, invention according to claim 3 comes to prepare an open means for the output line of at least 2 phases among three-phase-circuit output lines in an electric-rolling-stock control unit according to claim 1 or 2.

[0010]

[Function] When the inverter broke down by the configuration mentioned above, since only the permanent magnet synchronous motor connected to this inverter can be electrically opened when stopping operation of an inverter, operation of electric rolling stock can be continued with other electric-rolling-stock control units, and it can prevent checking operating operation. Moreover, since the sum of a three-phase-circuit current is always zero, it can prevent remaining by equipping the output line of at least 2 phases with an open means among three-phase-circuit output lines, and a current flowing also to a plane 1.

[0011]

[Example] The example of this invention is explained to a detail with reference to a drawing. Drawing 1 is the block diagram of the electric-rolling-stock control unit in which one example of this invention is shown. the line breaker 2 with which the direct current power collected through the pantograph 1 from stringing (not shown) performs ON OFF of a current — a passage — an inverter 3 — an adjustable electrical potential difference and a variable frequency — it is

changed into alternating current power and the PM motor 5 is supplied. A control means 4 inputs the information P from the sensor (not shown) attached in the inverter 3, and the information R, such as a rotational frequency of the PM motor 5, and angle of rotation. And a motor electrical potential difference is calculated to an inverter frequency and a pan, and it outputs to them as a control signal C. An inverter 3 is controlled based on this control signal C. an inverter 3 — semiconductor devices 3a-3f and these semiconductor devices 3 — it consists of diodes 3i which boiled a-3f, respectively and were connected to reverse juxtaposition.

[0012] Moreover, direct continuation of the PM motor 5 is not carried out to the three-phase-circuit alternating current output terminal of an inverter 3 through the three-phase-circuit output lines U, V, and W, but Contactors 6a and 6b are connected to the output line of two phase among the three-phase-circuit output lines U, V, and W, respectively. Contactors 6a and 6b are thrown in and usually carry out open actuation of the time by the open command from a control means 4.

[0013] If any one [semiconductor devices / 3a-3f / which constitute an inverter 3], or two or more semiconductor devices carry out flow failure, the PM motor 5 will carry out generator actuation also in the condition that there is no electric power supply from an inverter 3 as mentioned above. On the other hand, when a control means 4 detects using the information P from a sensor etc. that flow failure of semiconductor devices 3a-3f was attached by the inverter 3, a control means 4 is the open command a2 to the open command a1 and Contactors 6a and 6b to a line breaker 2. It outputs. Then, since a line breaker 2 is opened wide and Contactors 6a and 6b open the three-phase-circuit output lines U and W between an inverter 3 and the PM motor 5 further, it can prevent that a short-circuit current flows the interphase of the PM motor 5.

[0014] In addition, in this example, although the three-phase-circuit output lines U and W between an inverter 3 and the PM motor 5 are equipped with Contactors 6a and 6b, this is because a current will not flow to the output line V of the remaining plane 1 if it opens the output lines U and W of two phases of the three-phase-circuit output lines U, V, and W with Contactors 6a and 6b, since the sum of a three-phase-circuit current is always zero. Namely, what is necessary is just to open the output line of at least 2 phases among the three-phase-circuit output lines U, V, and W. therefore, the three-phase-circuit output lines U, V, and W — even if it forms open means, such as a contactor, in all, of course, the same result as this example is obtained

[0015] Therefore, since only the PM motor 5 driven with the broken inverter 3 can be electrically opened even when the semiconductor devices 3a-3f which constitute an inverter 3 break down according to this example, electric rolling stock can make operation continue with other healthy electric-rolling-stock control units.

[0016] Moreover, although Contactors 6a and 6b are used as a means to open the three-phase-circuit output lines U, V, and W which connect the PM motor 5 and an inverter 3, the same effectiveness is expectable, even if it transposes this to the non-contact type which used the semiconductor device or substitutes an overcurrent fuse etc.

[0017] Although the case of the electric rolling stock which controls one more set of the PM motor 5 by one set of an inverter 3 was explained, since this invention is concerned with each PM motor, for example, when controlling two or more PM motors by one set of an inverter, it can acquire the same effectiveness by establishing an open means to each PM motor.

[0018] Moreover, it can prevent that an unnecessary current flows into an inverter 3 by applying, when it is under snaking although opening an open means explained only the case where an inverter 3 broke down when not limiting to this and stopping an inverter 3 intentionally during electric-rolling-stock operation for example, or when stopping some electric-rolling-stock control devices in the condition of there being comparatively little acceleration and moderation force and ending.

[0019]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, in the PM motorised electric rolling stock controlled by the inverter, the electric-rolling-stock control unit in which the protection coordination at the time of the abnormalities in equipment and improvement in

redundancy are possible can be offered.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram of the electric-rolling-stock control unit in which one example of this invention is shown.

[Drawing 2] It is the block diagram of the conventional electric-rolling-stock control unit.

[Drawing 3] It is drawing explaining actuation of drawing 2.

[Description of Notations]

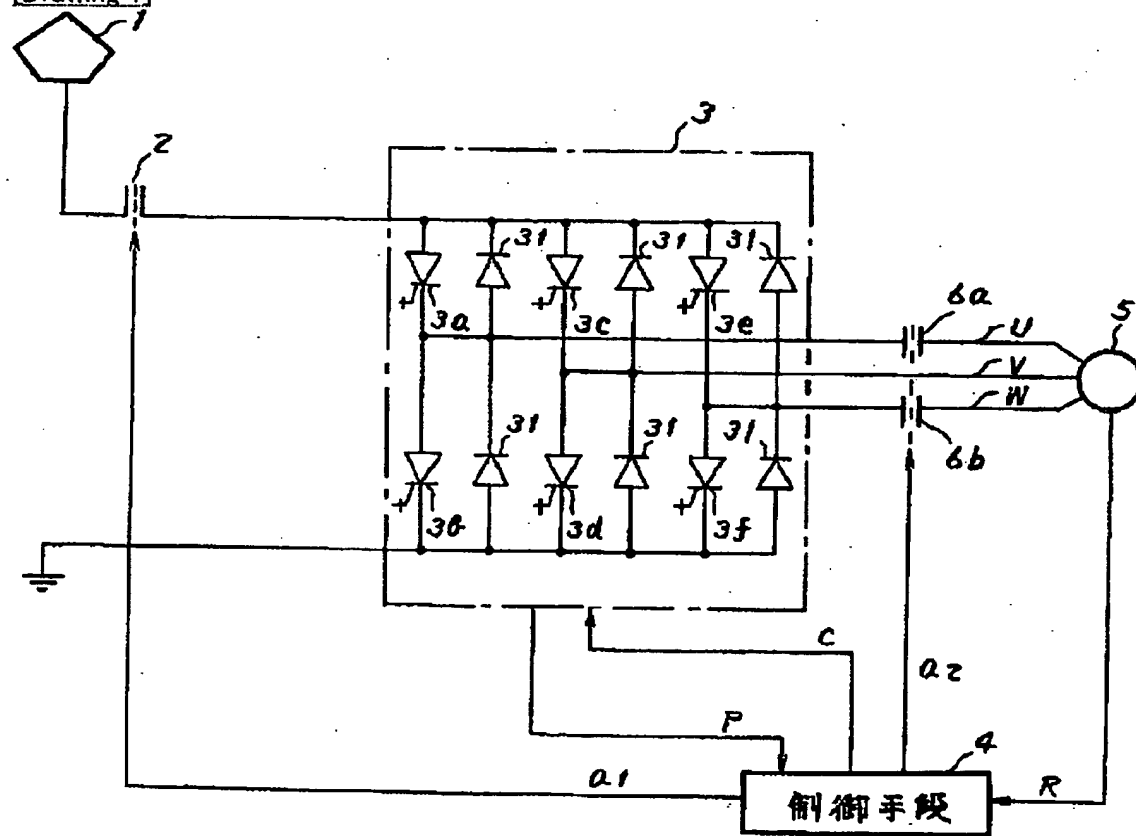
- 1 — Pantograph
- 2 — Line breaker
- 3 — Inverter
- 4 — Control unit
- 5 — PM motor
- 6a, 6b — Contactor

[Translation done.]

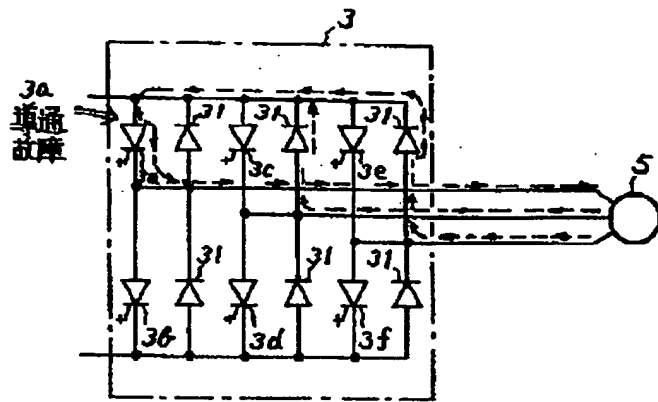
JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

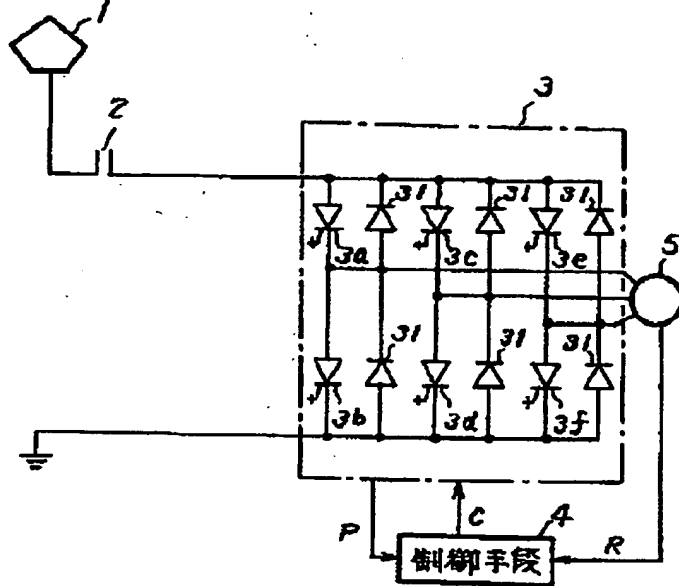
[Drawing 1]



[Drawing 3]



[Drawing 2]



[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.